R. ISTITUTO SUPERIORE AGRARIO DI PISA
LABORATORI DI PATOLOGIA VEGETALE
E DI BATTERIOLOGIA AGRARIA

16.

O. VERONA

STUDI MICROBIOLOGICI SUI TERRENI DELLA CAMPAGNA PISANA

PISA
STABILIMENTO EDITORIALE VALLERINI
1928

16.

O. VERONA

STUDI MICROBIOLOGICI SUI TERRENI DELLA CAMPAGNA PISANA

Già da qualche tempo, sotto la direzione del Prof. Renato Perotti, si vanno svolgendo in questo Laboratorio studi microbiologici sui terreni delle Maremme Toscane: e sui risultati fin oggi ottenuti già a parte è stato riferito.[1]

Gli studi di pedologia riguardanti la nostra zona, sono, invero, assai limitati; mentre per quelli delle zone limitrofe — ad eccezione dell'Agro Romano di cui vastamente si è occupato lo stesso Direttore [2] — mancano totalmente notizie biologiche, esigue risultando inoltre le ricerche fisico-chimiche fin oggi condotte.

È allo scopo quindi di illustrare dal punto di vista biopedologico la regione, vasta e interessante, intorno a Pisa, che ho iniziato alcune ricerche sulle quali, in parte, vengo qui a riferire. Esse, oltre ad avere un interesse diretto per la zona cui si riferiscono, serviranno di utile confronto nel programma che nel Laboratorio di Batteriologia di questo Istituto Superiore si va svolgendo sui terreni della Maremma.

---

[1] PEROTTI R. e VERONA O. — *Prime Note batteriologiche sui terreni della Maremma.* - Boll. del R. Ist. Sup. Agrario di Pisa, 1926.

PEROTTI R. e MASTALLI F. — *Studi microbiologici sui terreni della Maremma della bassa Val di Cecina.* - Boll. del R. Ist. Sup. Agrario di Pisa, 1927.

PEROTTI R. e VERONA O. — *Seconda Nota sulla batteriologia dei terreni della Maremma Grossetana.* - Boll. del R. Ist. Sup. Agrario di Pisa, 1928.

[2] PEROTTI R. — *Studi di biologia agraria in rapporto al bonificamento dell'Agro Romano.* - Memorie R. Acc. Lincei, vol. XI, fasc. VIII, Roma, 1916.

Nel loro insieme queste ricerche comprendono:

1.) lo studio delle variazioni quantitative dei microbi terricoli nei diversi tipi di suolo e nelle diverse stagioni;

2.) l'indagine sistematica di alcune forme isolate;

3.) la determinazione delle principali attività biochimiche nei riguardi della differente costituzione dei suoli e dei periodi stagionali.

Nella Nota presente sono consegnati i reperti ottenuti durante il periodo primaverile-estivo per alcuni tipi caratteristici di terreno.

I.

Notizie agrologiche.

La regione oggetto di studio (fig. 1), comprende parte della vasta pianura pisana costituita, fino al periodo postpliocenico come le altre pianure litorenee Toscane, da un ampio golfo marino che divenne completamente asciutto solo alla fine del periodo quaternario per effetto, da una parte di alcuni innalzamenti costali [3] e, dall' altra, degli interrimenti

Fig. 1.

[3] MERCIAI G. — *Mutamenti avvenuti nella configurazione del Litorale tra Pisa e Orbetello dal Pliocene in poi.* - Pisa, 1910.

copiosi dell'Arno principalmente e di fiumi minori, ora non più esistenti, che scendevano dai monti Pisani.[4]

Le numerose perforazioni eseguite[5] rivelano un' alternanza costante di formazioni salmastre e dolci, il che fa presumere un mare poco profondo che si ritirava mano a mano, per cedere il posto ai sedimenti fluviali che andavano a costituire la spiaggia.

Stando a quanto il Cuppari scrisse nel suò « Ragionamento » la pianura in parola sarebbe costituita da una serie di bacini, gli orli e le pareti più elevate dei quali, trovandosi lungo i due agenti di colmata, l'Arno e il Serchio, sarebbero rappresentati da terreni di medio impasto e abbastanza sciolti, mentre il fondo dei bacini stessi sarebbe compatto e prevalentemente argilloso.

P. Savi,[6] in uno studio che tende a completare quello citato del Cuppari, si occupa del cordone litoraneo formato in epoca recente dall' insabbiamento marino. Quindi altri,[7] sia incidentalmente, sia direttamente, veninano a confermare le deduzioni cui erano giunti i precedenti sperimentatori e

---

[4] CUPPARI P. — *Ragionamento intorno alla geologia della pianura pisana.* - Firenze, 1849.

[5] GIOLI G. — *Il sottosuolo della pianura di Pisa e Livorno.* - Roma, 1894.

UGOLINI R. — *Contribuzione allo studio geologico del sottosuolo della pianura pisana.* - *Il pozzo trivellato di S. Rosa.* - Ann. Univ. Tosc., vol. XXVIII, Pisa, 1908.

— *Contribuzione, ecc.* - *Il pozzo trivellato di S. Piero a Grado.* - Att. Soc. Tosc. Scienze Naturali, vol. XXXVI, Pisa 1925.

— *Contribuzione, ecc.* - *Il pozzo trivellato di Putignano* (Pisa) *e delle officine del gas in Pisa.* - Id., Pisa, 1925.

DE' GUIDI G. — *Contributo allo studio geologico del sottosuolo della pianura pisana.* - *Il pozzo trivellato della Richard-Ginori in Pisa.* - Atti Soc. Tosc. Sc. Naturali. - Vol. XXXV, Pisa, 1923.

— *Contributo, ecc.* - *Il pozzo della stazione di Pontedera.* - Id., Pisa, 1922.

[6] SAVI P. — *Studi geologici-agrari nella pianura pisana.* - Firenze, 1856.

[7] FUNARO A. — *Studio fisico-chimico dei terreni coltivabili della Scuola Sup. Agraria di Pisa.* - Pisa, 1879.

PELLEGRINI N. — *Studio fisico-chimico sul terreno dell'orto sperimentale del R. Ist. Sup. Agrario di Pisa.* - Pisa 1881.

SESTINI F. e MARTELLI D. — *Materiale per una carta chimico-agraria dei terreni della pianura pisana.* - Pisa, 1904.

AVANZI E. — *Prove colturali e ricerche su alcune varietà di grano e di avena.* - Pisa 1921.

BRASCHI B. — *Studi sull'agricoltura della pianura pisana.* - Pisa, 1922.

ad estendere le conoscenze relative alla geognosia dei terreni pisani.

Per esse è possibile affermare — limitatamente a quanto è stato fatto e scritto — che, nei riguardi delle caratteristiche fisico meccaniche i suoli dell'Agro Pisano sono, se non totalmente, quasi privi di scheletro; di sabbia silicea sono costituiti quelli appartenenti al cordone litoraneo; di sabbia fine, nella maggior parte, quelli situati nei pressi dei fiumi Arno e Serchio; di materie argilliformi quelli appartenenti al fondo dei bacini alluvionali.

L'umidità segue la costituzione fisica del terreno: per cui la troviamo più abbondante là dove le particelle del terreno non permettono una rapida dispersione e precisamente nei suoli argilliformi, a cui fanno riscontro, per un minor contenuto, i terreni sabbiosi della zona costiera. Così è anche per quanto si riferisce alla quantità di sostanza organica presente, la cui decomposizione si rende difficile o viene comunque ad essere ostacolata da una deficiente aereazione.

La quantità di azoto totale non è costante e ciò devesi probabilmente mettere in relazione alla diversa intensità colturale dei suoli medesimi. Per contro, carattere quasi costante dei terreni pisani, è la deficienza se non totale mancanza di carbonato di calcio, il che impartisce ai terreni stessi una reazione leggermente acida tendente alla normalità solo là dove i lavori colturali sono intensi e la coltura attiva.

Tale carattere, che già fu posto in evidenza per i terreni dell'Agro Grossetano,[8] è da credersi debba esser proprio di molte delle pianure alluvionali: per la deficienza di una base che, più di altre, è capace di opporsi e di mantenere l'equilibrio alle azioni acidificanti dovute al dilavamento meteorico, alla scarsa aereazione, all'abbondanza di ossidi ferrici e allu-

[8] VERONA O. — *Ricerche preliminari sulla reazione che presentano i terreni dell'Agro Grossetano.* - La Maremma Agricola e Zootecnica, Grosseto 1926.

minici e, — se non ad esse sole — ad altre cause che possono sfuggire ad una sommaria investigazione. Tale tendenza però all'acidificazione è da avvertire che può essere corretta dalle buone pratiche colturali, dai lavori profondi in principale modo, e da correttivi fisiologicamente alcalini.

Riprendendo il « Ragionamento » del Cuppari vi si trova divisa la pianura di Pisa in tre zone distinte: una parte settentrionale a Nord del Serchio, una centrale compresa tra il Serchio e l'Arno, ed una meridionale a Sud dell'Arno. Questa distinzione, basata su caratteri topografici naturali io credo che possa ancor oggi esser mantenuta e, conformandomi ad essa, posso riferire la parte da me studiata a quella meridionale del Cuppari.

Confina a nord con l'Arno, a sud con i fossi di scolo delle paludi di Coltano, ora in via di bonifica, ad ovest con il mare, ad est con i terreni limitrofi alle pendici del Monte Pisano.

Per lo studio di essa mi sono valso di tre campioni raccolti con i comuni mezzi di prelevamento in tre punti caratteristici del piano e precisamente lungo il cordone litoraneo, nei pressi di S. Giusto, e nelle vicinanze di Coltano.

I caratteri fisico-chimici sommari rilevati sia nel periodo primaverile che estivo, e qui sotto riportati, danno ragione ancora una volta a quanto sopra è stato riferito circa la loro costituzione geo-agrologica, e permettono di aggiungere — limitatamente alle investigazioni fatte — che l'umidità e la sostanza organica sono di solito minori nel sottosuolo che non nel soprasuolo; che mentre la prima è abbondante nel periodo primaverile, la seconda scende a cifre inferiori; che il valore della concentrazione idrogenionica, inferiore a P_H 7, non si discosta notevolmente tra suolo e sottosuolo, ma che si avvicina alla normalità nel periodo estivo per il diminuito dilavamento meteorico, e per i lavori aratori seguenti il raccolto dei cereali autunno-vernini.

DETERMINAZIONI FISICO-CHIMICHE SOMMARIE.

UBICAZIONE		Scheletro	Terra fine	Sabbia	Argilla	$CaCO_3$	UMIDITÀ		SOSTANZA ORGANICA		P_H	
							primavera	estate	primavera	estate	primav.	estate
Tombolo	suolo	—	100	94.1 - 94.5	3.30	—	0.90	0.50	1.70	1.70	5	5.6
	sottos.	—	100	94.25 - 93.75	3.7 - 3.63	—	0.80	1.30	0.25	1.32	5.1	6
S. Giusto	suolo	—	100	28.8 - 40-38	50.2 - 51.82	tracce	15.20	3.62	5.80	4.18	6.3	6.7
	sottos.	—	100	24.8 - 39.76	54.2 - 51.64	id.	18.70	3.74	2.30	4.86	6.3	6.9
Coltano	suolo	—	100	35 - 49.70	34.7 - 35.28	id.	21.00	6.30	9.30	8.72	6.4	6.7
	sottos.	—	100	35 - 48.40	42.4 - 38.5	id.	19.00	5.60	3.60	7.50	6.1	6.9

II.

Clima.

Uno dei fattori che, senza dubbio, entra in grandissima parte nel determinismo dei fenomeni fisiologici è il clima o, quell'insieme di elementi che, con una felice espressione di R. Perotti,[9] possono denominarsi i « non venali della produzione » in quanto essi sfuggono alla contrattazione commerciale, non avendo nè prezzo, nè costo.

Essi si riferiscono particolarmente alla temperatura, alle precipitazioni, alla luce solare, alla composizione dell'atmosfera: ed è su essi (ad eccezione dell'ultimo) che ho creduto qui opportuno di intrattenermi: per meglio integrare con le notizie geognostiche le condizioni biologiche che andrò esponendo, e per delineare in modo più completo l'ambiente in cui tali fatti vengono a stabilirsi.

Il clima di Pisa, invero, non è privo nè di notizie, nè di osservazioni: sta di fatto però che la quasi totalità di esse hanno più carattere igienico che agricolo, e le deduzioni tratte dall'osservazione dei dati meteorologici sono indirizzate più a quello che a questo. Non solo, ma l'attenzione dei primi osservatori si fermava più alle deviazioni che al corso normale del clima.[10]

---

[9] PEROTTI R. — *Op. cit.* pag. 57.

[10] UGOLINI R. — *Le formule di Bessel - Fourier applicate allo studio della pioggia.* - Atti Soc. Tosc. Sc. Naturali, Pisa, 1927.

— *Contributo allo studio degli elementi periodici del clima di Pisa* (in corso di stampa).

Così Upezzinghi [11] nella sua « Cronica manoscritta », così Marengone [12], Cartegni [13] che si occupa più particolarmente dei venti, e altri.

Chi accenni all' influenza di esso sulla vegetazione, fu tra i primi Giovanni Targioni Tozzetti [14] il quale scrisse che nel territorio di Pisa germogliano « benissimo le piante proprie « dei paesi posti fra i tropici e il 35° dall' Equatore, come « più volta mi ha assicurato il celebre Dott. Michel' Angelo « Tilli e come fanno fede le piante che si coltivano in quel « Real Giardino de' Semplici e in altri giardini privati, e un « grandissimo albero di Palma dattilifera maschia la quale « si vede nel Chiostro interiore dei P.P. Carmelitani ed una « pianta di Opuntia massima che è accanto ad una casa di « contadino per la strada Calcesana. Non vi allignano le « piante alpine..... ».

E chi studiò il clima di Pisa nei riguardi dell'Agricoltura fu, a più riprese, M. A. Tilli le cui osservazioni udometriche sono le più antiche tra quelle registrate in Italia.[15]

Di poi E. Carrière,[16] C. Schandein,[17] G. Cobianchi,[18] R. Pitone,[19] A. Feroci,[20] ecc. non si interessarono che del

---

[11] UPEZZINGHI F. — *Cronica manoscritta.* - Firenze, 1845.

[12] MARENGONIS B. — *Vetus Cronicon Pisanum.* - Firenze, 1845.

[13] CARTEGNI G. B. — *Trattato dei venti in quanto appartiene al Medico, e del sito della città di Pisa.* - Pisa, 1628.

[14] TARGIONI-TOZZETTI G. — *Relazione di alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana per osservare le produzioni naturali e gli antichi monumenti di essa.* - Firenze, 1762, Tomo II, p. 87 e seg.

[15] CANAVARI M. — *Manuale di Geologia Tecnica con speciale riguardo alle applicazioni per l'Ingegneria.* - Pisa 1928.

[16] CARRIÈRE E. — *Le climat de l'Italie sous le rapport hygienique et medicale.* - Paris, 1849.

[17] SCHANDEIN C. — *Pisa als Klimatischer Kurort.* - Wien, 1872.

[18] COBIANCHI G. — *Osservazioni meteorologiche fatte nel Gabinetto di Fisica della R. Università di Pisa.* - Pisa, 1878

[19] PISTONI R. — *Risultato delle osservazioni meteoriche fatte al Gabinetto di Fisica della R. Università di Pisa durante il periodo 1867-98.* - Atti Soc. Tosc. Scienze Naturali, Pisa 1887-89.

[20] FEROCI A. — *L'estate in Pisa nell'anno 1894, ed altre notizie riguardanti le stagioni estive con calori eccezionali.* - Pisa, 1895.

clima nei riguardi igienici e sanitari; infine M. Salvadori[21] riassumeva alcuni dati delle osservazioni fatte all' Osservatorio del Seminario Arcivescovile di S. Caterina e, recentissime, R. Ugolini[22] tracciava le curve degli elementi periodici secondo la formula di Bessel.

Dal lato mio non mi sono interessato che delle medie decadiche dedotte da un quinquennio di osservazioni eseguite nell' Osservatorio del R. Istituto Superiore Agrario di Pisa e, qui in appresso, consegnate:

---

[21] SALVADORI M. — *Nozioni elementari sul clima di Pisa* - Pisa, 1918.
[22] UGOLINI R. — *Op. Cit.*

Medie decadiche del quinquennio 1922-26 dei fattori meteorologici registrati dall'Osservatorio Meteorologico del R. Istituto Superiore Agrario di Pisa.

MESI	decadi	media pressione diurna	TEMPERATURA			media nebulosità diurna	Geotemperatura		Pioggia (totale diurno)
			minima	massima	media diurna		a 0 m.30	a 0 m.60	
Gennaio	I	760.9	1.5	11.9	5.7	4.4	9.4	10.7	18.–
	II	760.8	1.1	11.8	5.5	4.5	8.6	8.–	29.5
	III	766.2	1.9	12.1	6.1	4.8	8.6	9.4	32.7
Febbraio	I	759.1	3.5	15.5	7.8	5.1	9.5	10.–	38.–
	II	757.8	4.4	13.3	8.2	6.1	9.9	10.1	50.8
	III	757.8	3.7	14.2	8.4	4.9	8.2	9.9	21.1
Marzo	I	759.–	4.6	15.–	9.4	5.1	11.1	10.9	15.8
	II	761.1	3.8	15.5	9.1	3.3	11.5	11.5	3.6
	III	755.7	7.1	16.7	11.2	5.7	11.2	11.5	47.–
Aprile	I	757.–	7.6	17.6	12.3	5.8	13.5	12.5	35.9
	II	757.–	8.2	18.9	13.4	5.5	14.5	13.4	17.8
	III	755.9	9.4	19.–	13.9	5.8	14.9	14.–	53.9
Maggio	I	759.2	10.1	21.5	15.2	4.3	16.–	14.7	14.6
	II	759.–	11.2	23.3	17.2	3.8	17.5	15.6	17.2
	III	759.9	13.4	25.1	19.1	3.7	18.9	17.–	29.3
Giugno	I	759.6	14.–	26.2	19.8	2.8	20.2	18.6	5.3
	II	757.6	14.5	25.3	19.8	4.1	20.7	19.2	25.7
	III	759.1	15.–	26.1	20.4	3.6	21.1	20.–	15.8
Luglio	I	759.5	16.2	28.7	22.3	2.7	22.4	20.8	14.8
	II	759.9	16.4	29.3	22.9	2.2	23.4	20.9	4.5
	III	758.8	16.2	29.4	22.6	2.5	23.9	22.4	3.5
Agosto	I	759.3	16.5	30.2	23.3	2.–	24.5	22.9	5.8
	II	758.6	17.2	30.7	23.9	2.4	25.6	23.9	17.2
	III	760.–	15.8	28.7	23.7	3.–	25.–	22.8	12.2
Settembre	I	759.9	15.7	24.8	20.7	4.9	23.6	22.9	22.2
	II	761.–	14.2	25.3	19.3	4.3	22.5	22.1	25.8
	III	759.8	14.2	25.1	19.1	5.4	22.1	21.7	19.1
Ottobre	I	760.5	11.8	23.5	16.9	4.6	20.5	20.7	30.4
	II	761.–	10.2	22.–	15.5	4.1	19.4	19.6	26.6
	III	757.–	15.5	21.2	15.8	5.8	18.2	18.2	67.2
Novembre	I	757.5	10.3	19.3	14.3	6.5	17.1	16.5	82.7
	II	761.1	7.4	16.7	13.2	4.9	15.2	15.1	21.3
	III	758.7	5.2	14.6	9.5	6.9	13.3	14.2	40.7
Dicembre	I	758.9	3.5	12.7	7.6	5.4	13.–	13.1	40.5
	II	762.3	2.7	12.9	6.8	5.4	11.6	11.9	25.8
	III	759.5	4.4	12.5	7.9	6.5	10.8	11.1	39.2

Queste cifre sono prospettate nei grafici dell'annessa Tav. I.

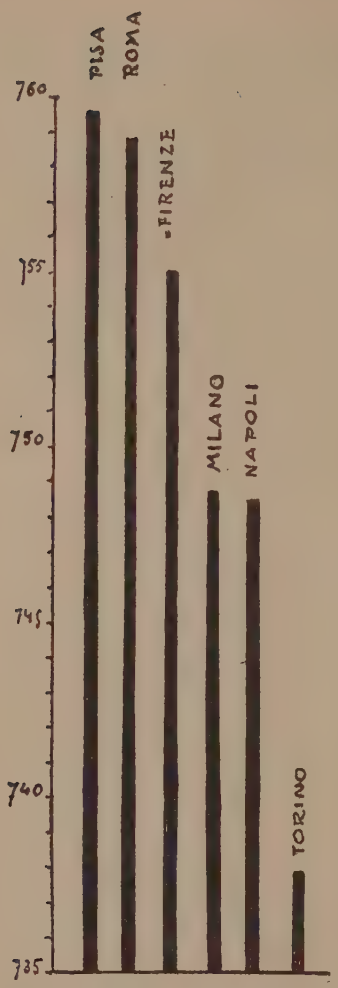


Grafico della pressione nelle diverse città (medie di più anni).
[Dai dati di R. Ugolini].

Fig. 2.

— L'esame dei dati e più particolarmente della curva tracciata per la *pressione* rileva come l'andamento generale di essa sia abbastanza elevato — e più anzi di numerose altre città (fig. 2) — e seguì un abbassamento pronunciato nei primi mesi dell'anno, specialmente nel febbraio, ed un innalzamento graduale, dall'aprile in poi con due ondulazioni secondarie corrispondenti ai due minimi di giugno e di ottobre-novembre, innalzamento che trova il suo massimo — che è anche quello dell'anno — nella terza decade di gennaio.

— Nei riguardi della *nebulosità*, non c'è che da riferire sommariamente, in quanto i suoi valori hanno carattere approssimativo, dipendendo esclusivamente dall'apprezzamento personale dell'osservatore. Comunque, se si confronta la curva data per la pressione, resta evidente nei riguardi di quest'ultima, il suo andamento opposto: così mentre nei mesi di aprile-settembre si nota per la prima un graduale aumento, per la seconda si ha un abbassamento che

raggiunge il suo minimo nella prima decade di agosto, oltre il quale essa continua ad innalzarsi oscillando inversamente — con ampiezza ora maggiore, ora minore — con l'oscillare della pressione.

— La quantità delle *precipitazioni,* varia grandemente durante tutto il periodo dell'anno, ma su due punti caratteristici è dato soffermarsi: e particolarmente nel periodo di minima, che cade tra il giugno e l'agosto e nel periodo di massima che si riscontra nei mesi di ottobre e novembre. Dall'andamento irregolare che segna la curva da me tracciata per questo ultimo quinquennio, non voglio trarre altre deduzioni di indole generale, troppo ristretti essendo i dati raccolti e le medie calcolate. Quindi non mi credo autorizzato ad affermare che si riscontra nel clima di Pisa un secondo minimo di pioggia e particolarmente nelle prime decadi di marzo. Posso però notare come, verso quel periodo, si determini una notevole riduzione di precipitazioni e che nella primavera si stabiliscano irregolarità forti nel regime pluviometrico.

— Per la *temperatura,* sia che si consideri la media, come la massima o la minima, è da segnalare che i valori estremi cadono nella seconda decade di gennaio per la temperatura più fredda e nella prima e seconda decade di agosto per la temperatura più calda. In genere, difficilmente si hanno temperature al disotto di 0° C. e poche volte vengono registrate temperature di molto superiori ai 30° C. Rispetto alla minima è da notare, infine, come qualche volta si determini una recrudescenza nel mese di marzo, tendente a spostarsi verso aprile, ciò che può esser causa di danni più o meno ingenti alla vegetazione e specie alle piante arboree da frutto.

— La *temperatura media del suolo* in rapporto alla temperatura atmosferica può dirsi che si mantenga ad essa quasi

sempre superiore, le due curve — dimostrate dalla fig. 3 — tendendo a coincidere solo nei mesi di maggio, giugno e metà di luglio.

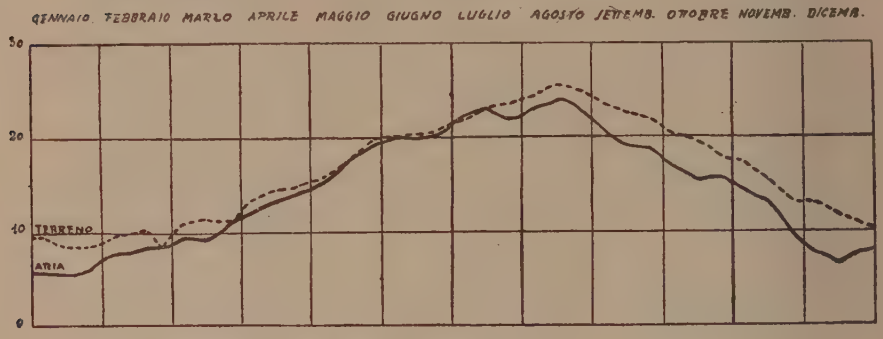


Diagramma delle medie termiche del terreno e dell'aria.
Fig. 3.

Durante gli altri mesi dell'anno essa si discosta con sbalzi meno sentiti nei mesi di autunno e d'inverno ed anche — un pò meno — nei mesi primaverili con un'irregolarità che risente delle frequenti variazioni atmosferiche.

In profondità essa si discosta di poco: però, mentre nei mesi più freddi essa tende ad essere maggiore nel sottosuolo, nei mesi più caldi, ad incominciare dall'aprile fin tutto settembre, si mantiene di poco più elevata negli strati superficiali.

I dati sopra raccolti e le deduzioni fattene possono fornire un'idea abbastanza chiara sul clima della città e dei dintorni di Pisa. Essi sono sufficienti all'assunto del presente lavoro, arguendosi come, in genere, la regione in parola possa ascriversi a quelle a clima mite e riferirsi [23] alla regione peninsulare del Gerosa,[24] o alla zona marittima mediterranea del Roster [25] o, infine, alla regione del versante occidentale della zona centrale dell'Eredia.[26]

---

[23] Si confronti: BRASCHI B. — *Op. cit.*
[24] GEROSA G. — *Meteorologia*, pag. 70. - Torino, 1898.
[25] ROSTER G. — *Climatologia dell'Italia.* - Pag. 110, Torino, 1909.
[26] EREDIA F. — *La temperatura in Italia.* - In: Annali dell'Uff. Centr. di Meteorologia e Geodesia. Vol. XXXI, p. I, pag. 215, Roma, 1912

III.

Esame quantitativo della microflora.

L'esame dei microbi terricoli dei tre campioni rispettivamente appartenenti ai terreni di Tombolo, S. Giusto e Coltano, fu eseguito a 20 e a 40 cm. di profondità, in primavera e in estate, a mezzo della numerazione dei germi sviluppantisi in colture a piatto allestite con agar-fagiuoli, agar-peptone e agar-torba.

Quest'ultimo che, per gli studi di pedologia, è il substrato a ragione più adoperato in questo Laboratorio, venne impiegato unitamente agli altri due terreni nutritivi, affinchè potessero venire segnalate eventuali differenze nei reperti quantitativi della microflora in questione e con ciò venire alla determinazione di una maggiore o minore rappresentanza di forme oligonitrofile le quali, come è noto, difficilmente trovano condizioni ottime di sviluppo nei substrati organici ricchi.

Le piastre in tal modo allestite vennero mantenute a temperatura ambiente e la conta avvenne in diverse riprese, alla distanza di sette in sette giorni.

I risultati furono i seguenti:

Numerazione eseguita in primavera (aprile)

(n.° di germi per gr. 1 di terra).

UBICAZIONE	profondità	substrato agar :	1.ª conta	2.ª conta	3.ª conta
Tombolo	suolo	fagiuoli	20.000	85.000	105.000
		peptone	5.000	30.005	80.000
		torba	10.000	265.000	320.000
	sottos.	fagiuoli	10.000	15.000	20.000
		peptone	—	10.000	20.000
		torba	10.000	90.000	95.000
Coltano	suolo	fagiuoli	500.000	560.000	580.000
		peptone	310.000	480.000	505.000
		torba	500.000	900.000	930.000
	sottos.	fagiuoli	60.000	115.000	130.000
		peptone	95.000	135.000	150.000
		torba	385.000	800.000	870.000
S. Giusto	suolo	fagiuoli	105.000	150.000	220.000
		peptone	95.050	150.000	160.000
		torba	85.000	100.000	150.000
	sottos.	fagiuoli	20.000	75.000	75.000
		peptone	60.000	140.000	145.000
		torba	55.000	90.000	130.000

Numerazione eseguita in estate (agosto)

(n.° di germi per gr. 1 di terra).

UBICAZIONE	profondità	substrato agar:	1.a conta	2.a conta
Tombolo	suolo	fagiuoli	1.015.000	1.370.000
		peptone	1.000.500	1.225.000
		torba	1.215.000	1.425.000
	sottos.	fagiuoli	1.875.000	1.920.000
		peptone	425.000	500.000
		torba	1.925.000	2.000.000
Coltano	suolo	fagiuoli	910.000	1.000.000
		peptone	635.000	760.000
		torba	965.000	1.350.000
	sottos.	fagiuoli	1.975.000	2.000.000
		peptone	1.550.000	1.750.000
		torba	255.000	300.000
S. Giusto	suolo	fagiuoli	2.100.000	2.700.000
		peptone	1.300.000	1.350.000
		torba	2.625.000	3.000.000
	sottos.	fagiuoli	1.250.000	1.300.000
		peptone	115.000	250.000
		torba	1.150.000	1.700.000

Prima però di venire a discutere su i reperti sopra riportati non credo inutile riferire i dati delle osservazioni meteorologiche registrate nelle decadi in cui avvenne il prelevamento dei campioni:

	media pressione diurna	TEMPERATURA			media nebulosità diurna	GEOTEMPERATTRA		Pioggia (totale diurno) mm.
		minima	massima	media diurna		a 30 cm.	a 60 cm.	
1_a decade aprile	758.4	7.7	18.3	12.5	2.2	12.8	12.35	3.8
3_a „ luglio *	760.5	18.4	31.7	25.1	0.4	24.8	22.8	—

Da notare particolarmente la temperatura meno elevata nell' epoca del primo prelevamento (sia dell' atmosfera come del terreno), e quasi corrispondente alla metà di quella registrata in luglio, e la quantità di acqua caduta che vedemmo avere riscontro poi con l'umidità del terreno.

Ciò premesso, posso passare all'analisi della quantità di germi trovati.

— In primavera, mentre le condizioni di terreno e di clima facevano presumere un contenuto microbico alquanto elevato, non potei notare che un modesto sviluppo e, più che altrove, solo là dove i terreni abbondavano di umidità e più ricchi erano di sostanza organica: alludo ai terreni di Coltano, ai quali per contro stanno i terreni di Tombolo, in cui il deficiente contenuto microbico è da mettersi in relazione agli altri numerosi fattori pedologici e tra essi la difettosa struttura fisica del terreno, sabbioso e incoerente, la scarsissima quantità d'acqua in esso — anche in periodi di pioggie prolungate — ed, infine la reazione del mezzo decisamente acida.

Del resto, per terreni analoghi a questi ultimi e siti

---

* Il prelevamento fu eseguito il 2 agosto: quindi qui si riporta la decade ad esso immediatamente precedente.

lungo il mare di Cecina, a conclusioni non molto dissimili venivano a portarsi le ricerche eseguite nello stesso periodo di tempo da Perotti e Mastalli [27]; e, si noti, ben più favorevoli erano le condizioni del suolo da loro esaminato, contenendo esso più calcio, più humus, più umidità e più avvicinandosi alla normale concentrazione idrogenionica.

In mezzo ai terreni ricordati e presi come estremi di massimo e di minimo, stanno i terreni di S. Giusto in cui non si può, anche per essi, non riconoscere una certa deficienza microbica.

Se i dati ottenuti si pongono in confronto con quelli dati da Perotti per i terreni dell'Agro di Roma [28] risultano comunque non poco maggiori: ma ben diverse sono le condizioni degli uni nei riguardi degli altri e più interessante è il confronto con quelli successivamente raccolti nello stesso periodo di tempo da Perotti e Verona [29] per la Maremma Grossetana. Per essi si scorge evidente un certo parallelismo tra tipi simili di terreno: il che porterebbe a concludere, dal punto di vista nostro, una certa analogia tra le due formazioni alluvionali di Pisa e Grosseto.

In questo periodo, con la profondità, non si hanno a notare fatti salienti: poichè è costante il minor numero di germi nel sottosuolo e, tanto minore, quanto meno agrariamente sono formati i suoli stessi.

— Ed ora scendo all'esame dei dati raccolti durante il periodo estivo e per i quali le conclusioni da trarsi non sono scevre d'importanza. Degno di rilievo è in primo luogo il rapido incremento numerico dei germi nei terreni in parola durante questo scorcio di tempo. Essi sono ascesi a cifre così elevate

---

[27] PEROTTI R. e MASTALLI F. — *Op. cit.*

[28] PEROTTI R. — *Sopra la microflora della Campagna Romana.* - Memorie R. Acc. Lincei, XX, 1.° sem. fasc. 9, Roma, 1911.

[29] PEROTTI R. e VERONA O. - *Op. cit.*

che appena fanno riscontro nel nostro clima con quelle di terreni a coltura molto progredita. Anche nei terreni di Tombolo, che in sul primo avevano fermata la mia attenzione — in confronto degli altri — per la loro scarsezza microbica, si contano germi fino ad un milione, ed oltre: ciò denota che la reazione del mezzo, meno elevata che nel periodo precedente, ma sempre acida, influisce fino ad un certo punto o per lo meno in relazione ad altri fattori che forse sfuggono. Comunque, essi segnano sempre un minimo, mentre il massimo si sposta dai terreni di Coltano a quelli di S. Giusto. E sembra naturale che ciò sia, poichè i primi, ancora in via di bonifica, devono contare solo su condizioni precarie, dovute soprattutto al régime pluviometrico, mentre i secondi godono dei grandi vantaggi delle pratiche colturali.

Diminuita l'umidità, ostacolata la aereazione, attenuati i processi di decomposizione della sostanza organica, è forza di cose che essi non possano alimentare che un numero relativamente minore di germi di quello che realmente potrebbero se, come nei terreni lavorati di S. Giusto, tali condizioni non si verificassero.

In questo aumento di microrganismi — e vedremo in seguito, anche di attività biochimiche dei suoli — riscontrato nello stesso periodo di tempo, sebbene in minor grado, per i terreni del piano di Cecina (Perotti e Mastalli) e di Grosseto (Perotti e Verona), sta il carattere più saliente della regione per il quale essa si differenzia da quella dell'Agro Romano.

Poichè per questo Perotti afferma come, ad incominciare dalla primavera, si abbia un rallentamento notevole in tutte le manifestazioni microrganiche, fino ad una assenza completa o quasi nel periodo estivo. Qui invece è l'opposto: e ciò denota quanto di più lunga sieno essi più atti alla coltura e più biologicamente formati.

D'altra parte ciò si rileva non solo dalle considerazioni

fatte, ma pur anche dall'esame delle cifre segnanti le differenze tra suolo e sottosuolo. Così, minore numero di microbi abbiamo appunto nel sottosuolo di Coltano; pressochè uguale nei terreni di Tombolo; sensibilmente superiore, sopra che sotto, nei terreni di S. Giusto.

— Nei riguardi infine dei substrati è da notare la decisa inferiorità dell'agar-peptone e la superiorità per contro degli agar-fagiuoli e agar-torba specialmente, il quale è da segnalarsi ancora una volta, con R. Perotti,[30] quale substrato più adatto per siffatte ricerche pedologiche.

---

[30] PEROTTI R. — *Per l'esame bacteriologico-agrario del terreno.* - Memoria R. Acc. Lincei, vol. XVI, 1.° sem., fasc. 1, p. 67, Roma, 19.

IV.

Esame qualitativo della microflora.

Per l'esame qualitativo della microflora, le mie osservazioni si portarono sulle colture sviluppatesi in piastre allestite con i substrati che già servirono alla conta.

Sia in primavera che in estate ottenni sempre sviluppo predominante di forme batteriacee, facendo a ciò eccezione i terreni di Tombolo che, nel mese in cui cadde la mia prima osservazione (aprile), si dimostrarono ricchi di ifomiceti, di torule e di qualche actinomicete. Facendo però astrazione da questi ultimi, forse più abbondanti e per ora trascurati nel riferimento sistematico, non notai durante i mesi estivi, per tutti i campioni, che abbondante sviluppo di batteri.

L'isolamento fu portato su 12 forme il cui riferimento sistematico è qui in appresso riportato:

1. — *Bact. Ravennae,* Perotti e Verona.

Dai terreni di S. Giusto: da piastre all'agar fagiuoli.

Questa forma, segnalata recentemente nei terreni dell'Agro Grossetano, e descritta come nuova specie da Perotti e Verona, mi è dato constatarla nei suoli di Pisa con una certa frequenza. Per cui, a conferma di quanto già a suo tempo fu scritto, ne ho ripreso l'esame colturale e morfologico.

Nelle colture a piatto si sviluppa sotto forma di colonie superficiali, non molto grandi, bianche, opache, omogenee o finemente punteggiate, continue.

Negli strisciamenti — sia su agar-fagiuoli che peptone — forma patina continua, estesa, bianca, opaca, poltacea, scolante nell'acqua di condensazione che rimane limpida o quasi, ma ove forma deposito. Nei brodi, sviluppo notevole con intorbidamento del liquido e formazione di deposito fioccoso.

Su patata, patina continua, opaca, bianca.

In gelatina, sviluppo notevole con fluidificazione del substrato.

Il latte non subisce modificazioni.

Si colora bene con il violetto di genziana e la carbolfucsina di Ziehl.

Non resiste però alla decolorazione secondo Gram.

Sono bastoncini immobili, asporulanti, di μ 3 — 3,5 × 2.

2. — *Bact. Ussanii*, Perotti e Verona.

Dal soprassuolo dei terreni di Tombolo: da piastre all'agar-peptone.

Come la forma precedente, è stata anch'essa segnalata come nuova da Perotti e Verona nei terreni dell'Agro Grossetano.

Su piastra forma colonie piccole, isolate, opache, di colore giallo-cedro, poltacee, rotonde, continue, omogenee.

Negli strisci si ha patina continua, estesa, opaca, gialla, poltacea, leggermente scolante.

Nei brodi, liquido torbido, copioso deposito fioccoso.

Su patata, sviluppo non abbondante sotto forma di patina giallo-bianchiccia ai bordi, più intensa al centro.

Nelle infissioni sviluppo in superficie e lungo il fittone.

Non fluidifica la gelatina.

Non coagula il latte.

Prende bene i comuni colori di anilina. È Gram-resistente.

Sono batteri mobili, spesso abbinati, di μ 2,5 × 2, non sporulanti.

3. — *Bact. nubilum* (P. e C. Frankland) Lehm. e Neum.

Dallo stesso terreno della forma precedente: piastre all'agar-fagiuoli.

Nelle colture a piatto le colonie si presentano superficiali, piccole, isolate, opache, di colore giallo più o meno intenso, poltacee, rotonde o subrotonde, continue, omogenee.

Negli strisci forma patina continua, estesa, opaca, gialla, poltacea, omogenea, scolante leggermente nell'acqua di condensazione ove da deposito.

Nei brodi, sviluppo notevole con formazione di deposito fioccoso.

Su patata, patina continua, gialla estesa.

Nelle infissioni fluidifica la gelatina prima a coppa, indi a cilindro.

Il latte non coagula.

Prende bene il Gram e i comuni colori di anilina.

Sono piccoli bastoncini immobili, spesso abbinati, di 2 — 2,5 × 1 — 1,5.

Non formano spore.

4. — *Bact. Pisanum,* n. sp.

[Tav. II].

Dai terreni di Tombolo: da piastre all'agar-fagiuoli e agar-torba.

Colonie piccole su piastre all'agar-fagiuoli, isolate, opache, giallo-arancio, poltacee, rotonde o subrotonde, piatte, continue, omogenee.

Negli strisci la patina è continua, estesa, opaca, di colore aranciato, poltacea, omogenea, scolante nell'acqua di condensazione leggermente torbida con deposito giallo-arancio.

Nei brodi il liquido è scorrevole, non molto torbido, con notevole deposito fioccoso.

Su patata, lo sviluppo non è abbondante, sotto forma di patina giallo-arancio.

Nelle infissioni sviluppa fluidificando a cilindro.

Il latte non è coagulato.

Colorabile con il violetto di genziana e fenolfucsina.

Gram-negativo.

Non sporulante.

Corti, mobili bastoncini, spesso abbinati, di $3 \times 2{,}5$.

5. — *Bact. fluorescens liquefaciens,* FLÜEGGE.

Di questa forma, così frequente nei suoli coltivati o meno, avrei potuto isolare diversi stipiti e far seguire anche per essi le descrizioni colturali e morfologiche. Senonchè le numerose descrizioni esistenti me lo hanno dispensato, tanto più quando si consideri come la diversità di aspetto delle forme debba ascriversi a quelle variazioni di razza cui tutti gli organismi — e i batteri in principal modo — vanno più o meno soggetti. Rimaneva però a vedere se, ad esse variazioni morfologiche, corrispondessero deviazioni fisiologiche utili o dannose alle pratiche colturali, ed in qual misura.

Ma ciò, che rientra nelle tesi generali propostesi allo studio in questo Laboratorio, non poteva essere consentito dai limiti del seguente lavoro. Sta comunque di fatto che, anche i terreni pisani, offrono una grande quantità e varietà di *fluorescenti* e *simili*, come già Perotti ebbe a notare per l'Agro Romano e più tardi, con Verona, per i suoli del piano di Grosseto.

6. — *Bact. piocyaneum,* (FLÜEGGE) - L. e N.[31]

Dai terreni di S. Giusto: da piastre all'agar-fagiuoli.

---

[31] Per evitare inutili ripetizioni, vedi la descrizione di questa forma in PEROTTI R. e VERONA O. — *Seconda Nota sulla Batteriologia dei Terreni della Maremma di Grosseto.* - Boll. del R. Ist. Sup. Agrario di Pisa, 1928.

7. — *Bac. ruminatus*, A. Meyer e Gottheil.

L'isolamento di questa forma fu eseguito dai terreni di S. Giusto e da piastre all'agar-peptone; ma fu notata abbondante, particolarmente nel periodo primaverile, in quasi tutti i campioni esaminati e le piastre allestite.

Nelle colture a piatto forma colonie superficiali, grandi, isolate, un po' rilevate, bianche, opache, membranacee, mucose, subrotonde, lobate, fortemente solcate.

Negli strisciamenti si ha patina continua, estesa, opaca, bianca, abbondante, simile nell'aspetto alle colture di *Bac. anthracis* di Cohn e Koch e *Bac. vulgatus* di Flügge em. Migula.

Nei brodi si determina un forte intorbidamento e un denso deposito fioccoso.

Sulla patata, che in seguito imbrunisce, lo sviluppo è pure notevole sotto forma di patina bianco-grigia.

Nelle infissioni in gelatina si ha prima un infossamento, indi liquefazione a forma di vescica.

Il latte non viene modificato.

La forma si colora bene con il violetto di genziana e fucsina carbolica di Ziehl.

Resiste alla decolorazione secondo Gram.

Sono lunghi bastoncini immobili, riuniti in file o in ammassi di tre o quattro elementi, sporulanti.

Le forme vegetative misurano 3 — 3,5 × 2 e le spore subrotonde o leggermente elittiche, 1,5 — 2.

8. — *Torula alba.*

Dai terreni di S. Giusto: piastre all'agar-peptone e all'agar fagiuoli.

Per le caratteristiche colturali di questa forma non ho che a rimandare a quanto è scritto nelle note di Perotti e Verona, più volte citate.

Nei riguardi della fisiologia, le ricerche dei ricordati A. A., mosse dalla frequente e abbondante presenza di questa e di un'altra forma a pigmento rossastro (*Torula rubra*), portano a concludere che, mentre da una parte non sarebbero capaci nè di potere riducente sui nitrati, nè ammonizzante, dall'altra darebbero luogo a leggera reazione con la soluzione solforica di difenilammina nelle colture in liquido nitrificabile di Omeliansky.

9. — *Micoderma,* sp.

Dai terreni di Tombolo: agar torba.

10. — *Actynomices,* sp.

Dai terreni di Tombolo: agar torba.

11. — *Penicillium crustaceum,* (L). Fr.

Presente nella maggior parte dei terreni esaminati.

12. — *P. candidum.*

Dai terreni di Tombolo: agar fagiuoli.

V.

Le attività microrganiche nei riguardi dell'azoto.

Il potere funzionale dei terreni in parola è stato determinato nei riguardi dell'azoto col metodo delle soluzioni proposto prima da Remy,[32] in seguito e in più tempi modificato da Autori diversi, tra cui, non ultimo, Perotti.[33].

Con esso metodo fu determinato per ogni tipo di terreno:

1.° il potere di ammonizzazione,

2.° » » nitrificazione,

3.° » » denitrificazione,

4° » » assimilazione dell' azoto.

Il procedimento seguito è quello riportato in PEROTTI R. — *Tecnica di Biologia vegetale applicata all'Agricoltura.* Roma, 1928, pagg. 442-445.

I risultati avuti, sono qui riferiti:

— *Potere di ammonizzazione.*

Questa determinazione — come le altre — fu eseguita nel periodo primaverile ed estivo, sia per il suolo che per il sottosuolo. Il valore delle diverse analisi e rispettive medie è riportato nella seguente tabella:

---

[32] REMY TH. — *Bodenbakteriologische Studien.* - Centr. f. Bakt. 2, VIII (1902), p. 660

[33] PEROTTI R. — *Sopra i metodi di misura delle attività microbiche del terreno agrario.* - Rend. R. Acc. Lincei, V. XX, serie 5.ª 1.° sem. fasc. 4. Roma, 1911.

TERRENO		NH_3 PRODOTTA: (mmg. per litro)			
		PRIMAVERA		ESTATE	
		valore delle analisi	medie	valore delle analisi	medie
Tombolo	suolo	0.9520		1.1200	
		0.9860		1.2400	
		0.9860	**0.9732**	1.2000	**1.1850**
		0.9690		1.1800	
	sottos.	0.9520		1.5400	
		0.9520	**0.9520**	1.6000	**1.5550**
		0.9350		1.5400	
		0.9690		1.5400	
Coltano	suolo	1.2580		4.0500	
		1.2580		4.1000	
		1.2580	**1.2555**	4.1300	**4.0710**
		1.2480		4.0040	
	sottos.	1.1900		3.7000	
		1.2070	**1.2112**	3.7200	**3.6750**
		1.2240		3.6000	
		1.2240		3.6800	
S. Giusto	suolo	1.1560		3.4800	
		1.0880		3.7500	
		1.1250	**1.1347**	3.5200	**3.5875**
		1.1730		3.6000	
	sottos.	1.1900		2.7200	
		1.2070	**1.2027**	2.8900	**2.8500**
		1.2240		2.9500	
		1.1900		2.8400	

Basta uno sguardo sommario per convincersi come — nelle stagioni qui considerate — il potere ammonizzante

dei suoli sia considerevole. In primavera il valore di esso assume cifre che — in base a numerosi altri reperti oggi in possesso — possono ritenersi normali, ma in estate essi presentano un aumento rilevante che per ora non è possibile dire con quali cause sia in rapporto.

Considerati tra loro, i più attivi si mostrarono, sia nell'una come nell'altra stagione, i terreni di Coltano ai quali seguono quelli di S. Giusto e, infine, di Tombolo. Maggiore attività si è dimostrato esplicare il suolo nei confronti del sottosuolo e, sia nell'uno come nell'altro caso, tale differenza è maggiore nel periodo estivo.

La diversa capacità del potere ammonizzante nei vari tipi di suolo considerati è da presumere debba essere anche legata alla reazione del mezzo.[34]

— *Potere di nitrificazione.*

		HNO_3 mmg. per litro*	
		Primavera	Estate
Tombolo	suolo	0.0040	0.0140
	sottosuolo	0.0030	0.0150
Coltano	suolo	0.0035	0.0130
	sottosuolo	0.0010	0.0042
S. Giusto	suolo	0.0045	0.0062
	sottosuolo	0.0075	0.0090

La misura, nei terreni in parola, del potere di nitrificazione che — a differenza di quanto si constatò da Perotti per i terreni dell'Agro Romano — non è interrotta in estate, appare notevole.

---

[34] VERONA O. — *Intorno al processo di ammonizzazione nei terreni a reazione acida.* - Boll. R. Ist. Sup. Agrario, Pisa, 1927

* Medie dedotte da tre analisi.

In estate, ad eccezione dei terreni di S. Giusto, esso si mostrò più attivo specialmente nei terreni di Tombolo.

In profondità — tolti i terreni di S. Giusto — si ebbe quasi sempre minor produzione di nitrati.

— *Potere di denitrificazione.*

		Ore occorse per la totale eliminazione dei nitrati nella soluzione di Giltay	
		Primavera	Estate
Tombolo	suolo	170	215
	sottosuolo	194	146
Coltano	suolo	70	170
	sottosuolo	81	190
S. Giusto	suolo	57	64
	sottosuolo	50	48

Mentre più intense si mostrarono le manifestazioni biologiche riguardanti il potere ammonizzante e nitrificante nel periodo estivo, di poco rilievo risulta nella stessa stagione il potere di denitrificazione. Difatti, in estate più lungo è il tempo occorrente alla totale scomparsa dei nitrati dalla soluzione di Giltay. Anche in ciò del resto concorda il carattere opposto di questi terreni con quelli dell'Agro Romano, incapaci o quasi, nel periodo estivo, di una qualunque azione riducente.

Confrontati fra loro si mostrarono — nell'una e nell'altra stagione — più riducenti i terreni di S. Giusto, indi di Coltano, in ultimo quelli di Tombolo.

Nei riguardi della profondità i reperti non sono costanti: in primavera si ebbero meno attivi i soprasuoli di Tombolo e di Coltano, in estate, invece, i sottosuoli di Tombolo e di S. Giusto.

— *Assimilazione dell'azoto.*

Un'importanza più grande che non alle precedenti ricerche, è da credersi che debba essere attribuita a quella riguardante la misura del potere azotofissatore di un terreno agrario per assumerla come indice delle condizioni di fertilità o meno di un suolo. Perciò ho cercato di porre in essa le maggiori attenzioni, ripromettendomi in seguito di riprendere l'argomento per illustrare fatti ancora non bene chiariti o incerti e di cui qui appresso sarà fatto cenno.

		N (mmg. per litro)					
		PRIMAVERA			ESTATE		
		iniziale	totale	guadagno	iniziale	totale	guadagno
Tombolo	suolo	0.00504	0.06160	0.05656	0.00560	0.02320	0.01760
	sottosuolo	0.00335	0.05600	0.05265	0.00544	0.13384	0.12840
Coltano	suolo	0.01456	0.12960	0.11504	0.05040	0.12432	0.07392
	sottosuolo	0.01288	0.16352	0.15064	0.03192	0.17808	0.14616
S. Giusto	suolo	0.00560	0.13496	0.12936	0.02912	0.13328	0.10416
	sottosuolo	0.00560	0.12376	0.11816	0.07112	0.11480	0.04368

Il guadagno in azoto verificatosi è in genere non trascurabile.

A prescindere dai terreni di Tombolo che saranno considerati a parte, i terreni di Coltano mostrarono un aumento maggiore di quelli di S. Giusto: sia in estate che in primavera; però, mentre per i primi, più attivo si ebbe il sottosuolo, per i secondi, invece, il suolo superficiale.

In estate il fenomeno si fa meno intenso: però, mentre in molte regioni, segnatamente quelle a clima arido e semiarido, esso viene ad essere inibito totalmente o quasi, per i terreni pisani si mantiene entro limiti considerevoli tenuto

conto anche della reazione leggermente acida dei terreni medesimi.

Lo sviluppo di *Azotobacter* fu in ogni caso, normale.

A parte ho creduto opportuno di menzionare i terreni di Tombolo, poichè essi di molto si discostano dalla normalità dei casi.

Anzi tutto, sembra non privo d'interesse mettere in rilievo una circostanza: è, cioè, che non si verificò per essi alcuno sviluppo di *Azotobacter:* l'esame macroscopico delle colture brute prive delle membrane brune caratteristiche, e l'esame colturale eseguito a mezzo di colture a piatto allestite con agar Beyerinck misero in evidenza il fatto.

Quindi il guadagno in azoto verificatosi va ricercato in altre forme oligo — e mesonitrofile del cui isolamento mi occuperò in seguito.

Per la primavera il contenuto in azoto delle colture si mantiene pressochè uguale sia nel suolo che nel sottosuolo; in estate, invece, si ottenne un notevole aumento di esso negli strati profondi in confronto degli strati superficiali.

CONCLUSIONI.

Questi primi studi pedologici sulla pianura Pisana, portano a non poche conclusioni che, come sintesi del lavoro compiuto, credo ora opportuno riassumere.

I. — Nei riguardi dell'ambiente climatico e fisico-chimico è da porre in rilievo sopratutto — limitatamente alle ricerche eseguite — i seguenti dati di fatto:

1.° che la regione in parola gode di un clima mite, ad elevata pressione atmosferica, nebulosità non scarsa, precipitazioni autunnali e primaverili abbondanti, temperatura mite, e non eccessivamente fredda l'inverno, il cui minimo cade nella seconda decade di gennaio; e non eccessivamente calda l'estate il cui massimo si ha nella prima quindicina di agosto;

2.° che i terreni sono ove totalmente, ove quasi privi di scheletro e costituiti in parte da sabbia grossolana, in parte da sabbia fine, in parte da argilla; l'umidità è maggiore nei suoli argilliformi che non negli altri: così la sostanza organica; il contenuto in azoto totale non è costante e varia in uno stesso tipo di suolo; il calcio è deficiente, se non completamente assente; la reazione è quasi ovunque più o meno acida.

II. — Nel contenuto quantitativo e qualitativo dei microrganismi è da rilevarsi:

1.° che i terreni Pisani offrono un quantitativo microbico non scarso;

2.° che — limitatamente alle mie indagini — esso si mostrò superiore nel periodo estivo che non nel primaverile;

3.° che più provvisti furono in genere i terreni di Coltano e di S. Giusto durante la primavera; più quelli di Tombolo e di S. Giusto durante l'estate;

4.° che in genere lo sviluppo microbico maggiore fu nel suolo che non nel sottosuolo;

5.° che lo sviluppo qualitativo della microflora fu omogeneo con predominanza di batteri; e soltanto nel mese di aprile e per i terreni di Tombolo, fu notata una rilevante quantità di funghi, torule e actinomiceti;

6.° che tra esse forme due furono isolate e descritte altrove come nuove (*Bact. Ravennae*, Perotti e Verona e *Bact. Ussanii*, Perotti e Verona), ed un'altra, non ancora segnalata, che ho descritto e distinto con il nome di *Bact. Pisanum*, n. sp.

III. — Nei riguardi delle attività biochimiche è da osservare:

1.° che il potere di ammonizzazione si mostrò sempre sufficiente ai bisogni della vegetazione; che fu maggiore nel periodo estivo che non nel primaverile; che più intenso si verificò nei terreni di Coltano, e meno nei terreni di Tombolo; che nel sottosuolo, di regola fu più o meno minore;

2.° che il potere di nitrificazione si verificò anche in estate ed anzi più che in primavera; che in profondità — tolti i terreni di S. Giusto — fu quasi sempre inferiore;

3.° che il potere di assimilazione dell'azoto fu di solito notevole anche là dove si ebbe assenza di *Azotobacter;* fu più intenso in primavera che non in estate, e variabile con i diversi tipi di suolo e le diverse profondità.

IV. — Che, infine, sotto qualsiasi aspetto si consideri il valore agrario dei terreni circostanti Pisa, esso è da ritenersi superiore a quello dei terreni dell'Agro Romano ed anche della Maremma Grossetana; bene inteso nelle regioni nelle quali furono esaminati ed indipendentemente dalle trasformazioni alle quali potrebbero venire assoggettati.

Al Prof. Renato Perotti, che questo studio volle e per il quale sempre fu largo di consigli e di aiuti, porgo i più sentiti ringraziamenti.

Dal Laboratorio di Batteriologia Agraria del R. Istituto Superiore Agrario di Pisa, dicembre 1927 - Anno VI.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

TAV. I. — Andamento grafico degli elementi climaterici.

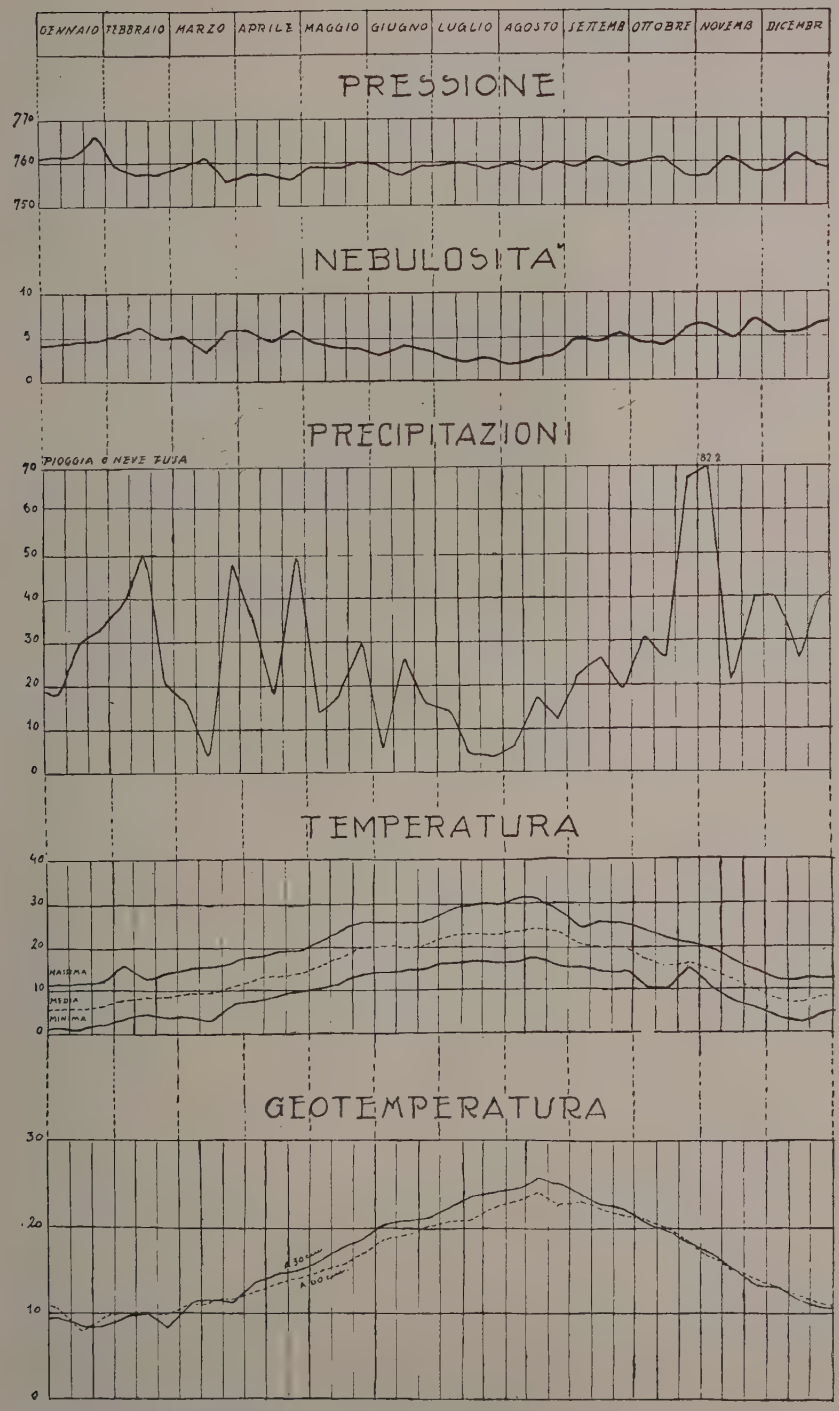
TAV. II. — *Bact. Pisanum*, n. sp.

fig. 1. - Colonie su agar fagiuoli.

» 2. - Striscio su agar fagiuoli.

» 3. - Microfotografia della forma $(\frac{1000}{1})$.

TAV. I.


GENNAIO
FEBBRAIO
MARZO
APRILE
MAGGIO
GIUGNO
LUGLIO
AGOSTO
SETTEMB
OTTOBRE
NOVEMB
DICEMBR
PRESSIONE
770
760
750
NEBULOSITA'
10
5
0
PRECIPITAZIONI
PIOGGIA O NEVE FUSA
82.2
70
60
50
40
30
20
10
0
TEMPERATURA
40
30
20
10
0
MASSIMA
MEDIA
MINIMA
GEOTEMPERATURA
30
20
10
0
A 30 cm
A 60 cm

TAV. II.

FIG. 1.

FIG. 2.

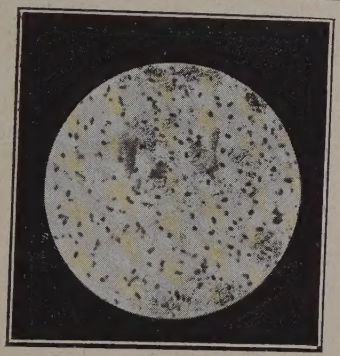


FIG. 3.